

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

REC'D 09 MAY 2003

WIPO PCT

Aktenzeichen: 102 02 304.2

Anmeldetag: 22. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung eV, München/DE

Bezeichnung: Kryospeichereinrichtung mit Transponder

IPC: F 25 D 29/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Februar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Waasmaier

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Kryospeichereinrichtung mit Transponder

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betrieb einer Kryospeicher-einrichtung, die zur Lagerung und/oder Konservierung von insbesondere biologischen Proben eingerichtet ist, und insbesondere Verfahren zur Datenübertragung bei der Kryospeicherung, sowie Kryospeichereinrichtungen zur Durchführung derartiger Verfahren.

Die Kryospeicherung ist eine allgemein bekannte Technik zur La-gerung und/oder Konservierung von Proben mit einer temperatur-empfindlichen Lebensdauer oder Stabilität, wie zum Beispiel bio-logischen Proben. Je nach der konkreten Aufgabe werden tierische oder pflanzliche Produkte, Organe von Lebewesen oder Teile bio-logischer Systeme, wie z. B. Zellen, Zellbestandteile, Makromoleküle, Mikroorganismen, Viren, oder dgl. in einen Zustand re-duzierter Temperatur überführt und gelagert. Zur Konservierung über lange Zeiträume erfolgt vorzugsweise eine Lagerung bei der Temperatur flüssigen Stickstoffs oder in einer Atmosphäre von Stickstoffdampf.

In den am Anmeldetag der vorliegenden Patentanmeldung unver-öffentlichten Patentanmeldungen DE 100 60 889 und DE 101 44 925 werden Einrichtungen zur Kryospeicherung mikroskopisch kleiner biologischer Proben beschrieben. Bei diesen ist insbesondere vorgesehen, die Proben in einer Kryospeichereinrichtung jeweils gemeinsam mit Probendaten abzulegen, die für die zugehörigen Proben charakteristisch sind. Es besteht ein Interesse, die Probendaten, in Datenspeichern zu lesen oder zu ergänzen, während sich die Probe im kryokonservierten Zustand befindet. Je nach dem Prinzip der Speicherung der Probendaten müssen bisher ein Datenbus-gebundener oder ein optischer Zugriff auf den Datenspei-cher realisiert werden. Dies stellt ggf. einen Nachteil dar, da die Handhabbarkeit der Kryospeicherung einschränkt sein kann.

In der Datenübertragungstechnik ersetzen Transpondersysteme zunehmend die herkömmliche Identifikation von Gegenständen mittels Strichcodes. Anwendungen sind beispielsweise in der automatisierten Fertigung (Automobilindustrie), in der Überwachungstechnik (Zutrittskontrolle), in der Lebend-Tier-Identifikation oder bei der Transportweg-Verfolgung (z. B. bei Kurierdiensten) bekannt. Es sind Transponder mit den verschiedensten, auf die jeweilige Anwendung abgestimmten Bauformen bekannt (Übersicht z. B. siehe K. Finkenzeller "RFID-Handbuch", Hanser-Verlag, München, 2000).

Der Begriff Transponder benennt als Abkürzung aus "transmitter" und "responder" eine Sende- und Empfangseinrichtung, die nach einer empfangenen und ausgewerteten Anfrage eine Reaktion zeigt, z. B. eine Antwort erteilt. Allgemein umfasst ein Transponder einen Resonanzkreis und einen integrierten Schaltkreis mit einem Datenspeicher (z. B. EEPROM). Eine Datenübertragung vom Datenspeicher (Transponderspeicher) über einen drahtlosen Übertragungskanal beispielsweise zu einer zentralen Steuerung erfolgt durch Verwendung des Resonanzkreises als Sende- oder Empfangsantenne. Der Resonanzkreis ist auf eine bestimmte Sende- oder Empfangsfrequenz (z. B. 62 kHz) abgestimmt. Zur Energieversorgung insbesondere während des Schreib-/Lese-Vorganges wird der Transponder einem elektromagnetischen Wechselfeld mit einer anderen, z. B. doppelten Frequenz (z. B. 124 kHz) ausgesetzt, mit dem im Resonanzkreis ein Strom induziert wird. Transponder besitzen typischerweise eine Reichweite von rd. 80 cm. Der Schaltkreis enthält typischerweise auch einen Spannungsregler, einen Frequenzteiler und einen Codierer.

Vorteile von Transpondern bestehen in deren Miniaturisierbarkeit und Zugriffsicherheit. Es sind beispielsweise platzsparende Transponder in Folienform (sogenannte Smart-Label, wie die "Tag-It"-Transponder von Texas Instruments) bekannt. Zur Realisierung

der Zugriffsicherheit sind Authentifizierungs- und Verschlüsselungsverfahren bekannt. Ein Problem von Transpondersystemen besteht aber darin, dass deren Übertragungsfunktion empfindlich von den Umgebungsbedingungen abhängig ist. Beispielsweise metallische Materialien und starke elektromagnetische Fremdfelder in der Umgebung können die Reichweite von Transpondern auf rd. 20 cm begrenzen. Aus diesem Grund ist die Verwendung von Transpondersystemen bisher auf die oben aufgezählten Aufgaben mit ausreichend gut beherrschbaren Umgebungsbedingungen beschränkt.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, verbesserte Verfahren bereitzustellen, mit denen die genannten Nachteile herkömmlicher Kryospeicherverfahren überwunden werden und die eine vereinfachte Handhabbarkeit und einen erweiterten Anwendungsbereich besitzen. Erfindungsgemäße Verfahren sollen insbesondere einen schnellen und sicheren Zugriff auf Probendaten unabhängig vom Betriebszustand einer Kryospeichereinrichtung ermöglichen. Die Aufgabe der Erfindung ist es auch, Vorrichtungen zur Umsetzung der Verfahren bereitzustellen.

Diese Aufgaben werden durch Verfahren und Vorrichtungen mit den Merkmalen gemäß den Patentansprüchen 1, 8 und 14 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Grundidee der Erfindung ist es, bei einem Verfahren zur Kryospeicherung insbesondere von biologischen Proben, Daten mit mindestens einem Resonanzkreis induktiv zwischen mindestens einem Datenspeicher, der an einem Probenträger zur Aufnahme mindestens einer Probe vorgesehen ist, und einem drahtlosen Übertragungskanal zu übertragen. Die erfindungsgemäße Kombination eines Datenspeichers für die Kryospeicherung mit einem Resonanzkreis löst die genannte Aufgabe vorteilhafterweise insbesondere dadurch, dass eine Vielzahl von Kryospeichereinrichtungen gleichzeitig unter Kryobedingungen betrieben und die zugehörigen

Daten geschrieben und/oder gelesen werden können, ohne dass ein besonderer Anschluss der Kryospeichereinrichtungen an eine optische Übertragungsstrecke oder Busverbindung vorgesehen sein muss. Daten können im gekühlten Zustand der Probe unter Bedingungen übertragen werden, die zu den konkreten Lagerbedingungen identisch sind. Vorteilhafterweise kann die Übertragung von Daten bei Temperaturen unterhalb von -40°C erfolgen. Allgemein wird der Resonanzkreis durch ein Induktionselement gebildet, über das der Datenspeicher mit dem elektromagnetischen Übertragungskanal wechselwirken kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Daten mit einem Transponder übertragen, der den Datenspeicher als Transponderspeicher und den Resonanzkreis enthält. Der Erfinder hat erstmalig festgestellt, dass an sich bekannte Transponder überraschenderweise unter extremen Betriebsbedingungen wie bei der Kryokonservierung verwendbar sind. Dies gilt insbesondere für einen Betrieb bei einer Temperatur unterhalb von -60 °C oder darunter und in Kühlbehältern zur Aufnahme von Kühlmedien. Kühlbehälter sind komplex aufgebaute, oft mehrwandige Gefäße, in deren Innern erfindungsgemäß mindestens ein Transpondersystem betrieben wird. Der Transponderspeicher kann vorteilhaftweise die Funktion des Datenspeichers für Probendaten übernehmen, so dass sich der Aufbau der Kryospeichereinrichtung vereinfacht.

Besondere Vorteile in Bezug auf einen vereinfachten Aufbau ergeben sich, wenn mit dem Transponder der Datenspeicher, eine zusätzliche Datenverarbeitungseinheit und/oder ein weiteres Funktionselement der Kryospeichereinrichtung mit Energie versorgt werden. Das Funktionselement kann z. B. ein Messelement oder ein Betätigungs element zur Manipulation (Bearbeitung oder Behandlung) einer Kryoprobe sein.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Resonanzkreis über den elektromagnetischen Übertragungskanal mit einer Übertragungsantenne verbunden, von der die Daten an eine Steuer- und Auswertungseinrichtung übertragen werden. Vorzugsweise wird eine Übertragungsantenne von einer Vielzahl erfindungsgemäßer Kryospeichereinrichtungen gemeinsam verwendet, deren Resonanzkreise auf die Übertragungsantenne abgestimmt sind. Dabei wird die Übertragungsantenne vorteilhafterweise dauerhaft oder zeitweilig im oder am Rand eines Kühlbehälters zur Aufnahme einer Vielzahl von Kryospeichereinrichtungen angeordnet.

Die erfindungsgemäß übertragenen Daten umfassen vorzugsweise Probendaten, mit denen die Probe identifiziert und charakterisiert wird, Verfahrensdaten, die für bisherige Lagerbedingungen der Probe charakteristisch sind, Steuerdaten, mit denen vorbestimmte Betriebszustände der Kryospeichereinrichtung eingestellt oder ausgelöst werden, und/oder Zusatzdaten, wie z. B. persönliche Daten und diagnostische Resultate.

Die Anwendbarkeit der Erfindung geht weit über die herkömmliche Identifizierungsfunktion von Transpondern hinaus und stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Transponderanwendungen dar. Es können gemäß besonderen Ausführungsformen erfindungsgemäß sogar Regelkreise implementiert werden, bei denen die Probendaten Messwerte enthalten, die an den Proben in der Kryospeichereinrichtung gewonnen worden sind, und die Steuerdaten mit der Steuer- und Auswertungseinrichtung in Abhängigkeit von den Messwerten eingestellt wird.

Ein Gegenstand der Erfindung ist auch eine Kryospeichereinrichtung, insbesondere zur Speicherung biologischer Proben im gefrorenen Zustand, die mindestens einen Probenträger zur Aufnahme mindestens einer Probe und mindestens einen Datenspeicher umfasst, wobei mindestens ein Resonanzkreis vorgesehen ist, der

mit dem Datenspeicher verbunden und dazu eingerichtet ist, Daten induktiv vom Datenspeicher in einen elektromagnetischen Übertragungskanal und/oder umgekehrt zu übertragen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kryospeichereinrichtung ist der Resonanzkreis Teil eines Transponders, der einen Datenspeicher und den Resonanzkreis umfasst. Der Datenspeicher ist ausschließlich ein Transponderspeicher, wie er von herkömmlichen Transpondern an sich bekannt ist, oder ein Datenspeicher, der beide Funktionen eines Transponderspeichers und eines Probendatenspeichers erfüllt. Der Datenspeicher kann somit vorteilhafterweise mehrere Funktionen erfüllen. Der Aufbau einer Kryospeichereinrichtung wird vereinfacht. Der Datenspeicher kann auch in eine Datenverarbeitungseinheit integriert sein, die jeweils einem Probenträger zugeordnet ist.

Ein Gegenstand der Erfindung ist auch ein Kryospeichersystem mit einer Vielzahl von Kryospeichereinrichtungen, die jeweils den genannten Aufbau besitzen. Das Kryospeichersystem ist ferner mit einer Übertragungsantenne, die gemeinsam auf alle Kryospeichereinrichtungen abgestimmt ist, und einer Steuer- und Auswertungseinrichtung ausgestattet. Zwischen der Steuer- und Auswertungseinrichtung und jeweils einem Datenspeicher sind Daten über den zugeordneten Resonanzkreis und die Übertragungsantenne übertragbar, die mit der Steuer- und Auswertungseinrichtung leitungsgebunden oder drahtlos verbunden ist. Das Kryospeichersystem ist vorzugsweise in einem thermisch isolierten Behälter zur Aufnahme eines Kühlmediums, insbesondere flüssigen Stickstoffs angeordnet.

Die Erfindung besitzt die folgenden weiteren Vorteile. Die Erfindung besitzt eine hohe Anpassungsfähigkeit an die konkrete Aufgabenstellung. Es bestehen die Möglichkeiten, (i) Proben eindeutig zu kennzeichnen (Identifikation) und die Identifizierungsinformation berührungslos auszulesen (nur Lese-Trans-

ponder), (ii) Daten direkt an oder auf der Probe zu speichern, ohne dass eine eigene leitungsgebundene Stromversorgung an der Probe erforderlich ist, und (iii) Daten berührungslos und ggf. unter Kryobedingungen lesen und schreiben zu können (Schreib-Lese-Transponder). Des Weiteren kann erstmalig eine berührungslose Stromversorgung für eine an der Kryospeichereinrichtung vorhandene Sensorik (Messeinrichtung) bereitgestellt werden (passive Transponder).

Die kontakt- oder berührungslos implementierte Datenübertragung und Energieversorgung liefert neue Vorteile, die bei früheren Anwendungen von Transpondern nicht gegeben waren. So kann der Zugriff auf die Kryoprobe mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern durch Schutzverpackungen (z. B. durch Folien) und thermische Isolierungen hindurch bereitgestellt werden. Die berührungslose Operation verhindert eine Lebensdauerbegrenzung durch Abnutzung, Korrosion oder Verschmutzung. Es ist eine hohe Ausfallsicherheit gegeben, so dass trotz einer ggf. hohen Anzahl von Schreib- und/oder Lesevorgängen am Datenspeicher eine Langlebigkeit der Kryoprobe im Bereich von Jahren garantiert ist. Der induktive Zugriff auf Probendaten ist insbesondere im kryokonservierten Zustand der Probe möglich.

Die berührungslose Operation vermeidet auch jeden potentiellen Heizeffekt, der durch das leitungsgebundene oder optische Einschreiben von Informationen bei herkömmlichen Techniken entstehen könnte. Die Stabilität der Kryoprobe wird erhöht.

Die Erfindung ermöglicht den Betrieb von Kryospeichersystemen mit einer großen Anzahl von Kryospeichereinrichtungen. Transponder können bei Massenfertigung mit hoher Wirtschaftlichkeit verwendet werden. Die Transpondersysteme erlauben eine hochgradig parallele Operation, was insbesondere für eine Erfassung von vielen Proben oder Suchfunktionen von Vorteil ist.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden aus der Beschreibung der beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Illustration einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kryospeichereinrichtung,

Figur 2: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kryospeichereinrichtung, und

Figur 3: eine schematische Illustration eines erfindungsgemäßen Kryospeichersystems mit einer Vielzahl von Kryospeichereinrichtungen.

Eine erfindungsgemäße Kryospeichereinrichtung 100 umfasst gemäß der schematischen Darstellung in Figur 1 einen Probenträger 10 zur Aufnahme mindestens einer Probe 11, einen Datenspeicher 20 und einen Resonanzkreis 30, der mit dem Datenspeicher 20 und dem Probenträger 10 verbunden ist. Der Probenträger 10 ist mit dem Datenspeicher 20 verbunden, wie es beispielsweise in den oben genannten, unveröffentlichten Patentanmeldungen beschrieben ist. Die Proben 11 werden vorzugsweise durch biologische Proben gebildet. Es sind vorzugsweise miniaturisierte Proben mit charakteristischen Volumen im nl- bis μ l-Bereich vorgesehen, die jeweils eine Probensuspension und biologisches Material wie z. B. Zellen, Zellbestandteile, Makromoleküle, Mikroorganismen, Viren oder dgl. enthalten. Auf dem Probenträger 10 können auch Referenzproben biologischen oder synthetischen Ursprungs vorgesehen sein.

Der Datenspeicher 20 bildet auch einen Träger für den Resonanzkreis 30, der beim dargestellten Beispiel vier Induktionsschleifen 31 umfasst, die auf das Senden und/oder Empfangen hochfrequenter elektromagnetischer Schwingungen im kHz-Bereich (oder von deren höheren Harmonischen) eingerichtet sind. Die Induk-

tionsschleifen 31 sind mit dem Datenspeicher 20 verbunden, wie es an sich von herkömmlichen Transpondern bekannt ist.

Der mindestens eine Resonanz-Frequenzbereich des Resonanzkreises 30 bildet einen Übertragungskanal 40 für hochfrequente elektromagnetische Schwingungen zur Datenübertragung zwischen der Kryospeichereinrichtung 100 und einer Übertragungsantenne 50. Die Übertragungsantenne 50 ist ihrerseits leitungsgebunden oder drahtlos mit einer Steuer- und Auswertungseinrichtung 60 verbunden oder in diese integriert. Das Bezugszeichen 70 verweist auf einen Kryobehälter, der mindestens eine Kryospeichereinrichtung 100 und ein Kühlmedium enthält und eine thermische Isolation gegenüber der Umgebung bildet. Die Übertragungsantenne 50 kann auch im Kryobehälter 70 angeordnet sein (siehe Figur 3).

Der Datenspeicher 20 ist beispielsweise ein EEPROM oder ein sog. Flash-Speicher, der zur dauerhaften Datenspeicherung eingerichtet ist, und mit einem Mikrocontroller ausgestattet. Der Datenspeicher 20 kann auch mit einer Datenverarbeitungseinrichtung kombiniert sein. Beide Komponenten können als gemeinsamer integrierter Schaltkreis bereitgestellt werden, der mit dem Probenträger 10 verbunden ist.

Die Induktionsschleifen 31 des Resonanzkreises 30 werden vorzugsweise nach dem an sich bekannten Coil-on-Chip-Verfahren als Transponderantenne direkt auf dem Halbleitermaterial des Datenspeichers 20 oder der Verkapselung eines Mikrochips integriert, der den Datenspeicher 20 und ggf. eine Datenverarbeitungseinrichtung enthält. Zur Isolation des Resonanzkreises 30 gegenüber dem Datenspeicher 20 kann eine zusätzliche Isolatorschicht vorgesehen sein. Der Probenträger 10 kann erfindungsgemäß auf einem an sich bekannten Transponder mit dem Datenspeicher 20 (Transponderspeicher) und dem Resonanzkreis 30 angeordnet sein. Abweichend von der Darstellung in Figur 1 können die Proben 11

auch neben dem Resonanzkreis 30 oder auf der entgegengesetzten Seite des Datenspeichers 20 angeordnet sein.

Weitere Einzelheiten einer erfindungsgemäßen Kryospeichereinrichtung sind beispielhaft in Figur 2 illustriert. Bei dieser Ausführungsform umfasst der Probenträger 10 schlauchförmige Kam mern zur Aufnahme von Proben (siehe DE 101 44 925). Die Probenkammern sind an einem Rahmen 12 befestigt, der auf der Verkapselung eines integrierten Schaltkreises 21 befestigt oder in die Verkapselung eingearbeitet ist. Der integrierte Schaltkreis 21 enthält einen Probendatenspeicher. Auf den Probenkammern ist ein Transponder 32 mit dem Resonanzkreis und einem Datenspeicher be festigt. Bei dieser Gestaltung besteht keine Verbindung zwischen dem Transponder 32 und dem Probendatenspeicher. Der Transponder 32 dient hier ausschließlich der Identifizierung der Proben. Die Strom- und Datenversorgung des Schaltkreises 21 erfolgt hingegen über separate Anschlussleitungen 22, mit denen der Datenspeicher beispielweise in einer Fassung steckt, über die eine Verbindung mit einem Steuerkreis hergestellt wird. Alternativ kann auch eine elektrische Verbindung zwischen dem Transponder 31 und dem Schaltkreis 21 gebildet sein.

Im praktischen Einsatz werden die Kryospeichereinrichtungen 100 gemäß den Figuren 1 oder 2 entsprechend den folgenden Prinzipien verwendet. Nach einer Beschickung des Probenträgers 10 mit biologischen Proben, z. B. Zellsuspensionen, erfolgt ein Beschreiben des Probendatenspeichers, der Teil des Datenspeichers 20 ist, mit Probendaten, mit denen die Proben identifiziert und charakterisiert werden. Die Probendaten umfassen beispielsweise Messwerte, die vorab an den biologischen Proben ermittelt wurden, sowie Informationen über die Herkunft und Eigenschaften der Proben. Das Einschreiben der Daten kann bereits vor der Kryokonservierung über den Resonanzkreis 30 erfolgen. Alternativ erfolgt die Datenübertragung erst nach der Kryokonservierung. Allgemein umfasst die Kryokonservierung die Übertragung der

Kryospeichereinrichtung 100 in ein Kühlmedium reduzierter Temperatur, wie z. B. in flüssigen Stickstoff oder dessen Dampf. Die Kryospeichereinrichtung kann auch schon während der Beschickung mit Proben zumindest teilweise mit dem Kühlmedium in Kontakt sein und eine entsprechend reduzierte Temperatur aufweisen.

Im kryokonservierten Zustand wird die Kryospeichereinrichtung 100 im Kühlmedium gelagert. Die Lagerung erfolgt beispielsweise in einem Kühlbehälter 70 (siehe Figur 3). Während der Lagerung können weitere Daten auf den Datenspeicher 20 übertragen werden. Die Daten umfassen beispielsweise Verfahrensdaten, die für die Lagerbedingungen der Probe charakteristisch sind, weitere Messdaten, die am Spenderorganismus der konservierten Proben gewonnen wurden und/oder Steuerdaten. Die Verfahrensdaten umfassen beispielsweise Temperaturkennlinien, die mit Temperatursensoren im Kryobehälter oder der Umgebung erfasst und kontaktlos im Datenspeicher 20 gespeichert werden. Die Steuerdaten enthalten beispielsweise Informationen, mit denen an der Probe vorbestimmte Mess- oder Manipulationsprozeduren ausgelöst werden können. Beispielsweise kann von außen zur Ermittlung des Lagerzustands einer Probe durch einen Startbefehl die Messung eines charakteristischen Probenparameters durchgeführt werden. Die Messung erfolgt an der kryokonservierten Probe im gefrorenen Zustand oder alternativ an einer lokal aufgetauten Teilprobe. Die jeweiligen Messwerte werden im Datenspeicher 20 gespeichert. Neben der genannten Datenübertragung hin zum Datenspeicher 20 (Schreiben) kann an der Kryospeichereinrichtung auch eine Datenübertragung in umgekehrter Richtung hin zur Auswertungs- und Steuereinrichtung 60 erfolgen (Lesen). Die Datenübertragung erfolgt vorzugsweise nach Übertragungsprotokollen, wie sie von telemetrischen Anwendungen von Transpondern an sich bekannt sind. Telemetrische Transponder basieren auf der Datenübertragung in Form elektrischer Größen (z. B. Frequenz, Phase, Amplitude), die in vorbestimmtem Zusammenhang mit den zu übertragenden Daten stehen.

Die Schreib- und Lesevorgänge können vorteilhafte Weise auch in einen Rückkopplungs-Mechanismus integriert werden. Bei diesen werden zunächst Messwerte von Temperatursensoren im Datenspeicher 20 abgelegt. Die gespeicherten Daten werden in bestimmten Zeitabständen ausgelesen und zur Regelung einer externen Temperatursteuerung verwendet. Damit wird die Probe entsprechend den lokal wirkenden Lagerungsbedingungen aktiv in den Prozess der Kryokonservierung, des Abkühlens und/oder des Auftauens einbezogen. Umgekehrt können lokal ermittelte Messwerte zur Steuerung eines lokalen Auftauens von Proben oder Probenteilen entsprechend vorbestimmten Temperaturprofilen oder zur Behandlung oder Bearbeitung von Proben, ggf. im lokal aufgetauten Zustand, verwendet werden.

Mit den Steuerdaten können auch Veränderungen am Probenträger 10 bewirkt werden. Beispielsweise zur Entnahme von Teilproben werden Steuerdaten an vorbestimmte Kryospeichereinrichtungen geschickt, die eine mechanische Veränderung am Probenträger bewirken. Die mechanische Veränderung kann beispielsweise ein thermisches Ablösen eines Teils des Probenträgers umfassen. Mit den Steuerdaten können auch Diagnoseverfahren an den kryokonservierten oder lokal aufgetauten Proben ausgelöst werden.

In Figur 3 ist ein erfundungsgemäßes Kryospeichersystem 200 mit einer Vielzahl von Kryospeichereinrichtungen 100 gezeigt, die jeweils beispielsweise gemäß den in Figur 1 oder 2 gezeigten Ausführungsformen gebildet sind. Jede Kryospeichereinrichtung 100 umfasst einen Probenträger 10 mit einem Datenspeicher 20, die mit einem Resonanzkreis 30 verbunden sind. Die Kryospeichereinrichtungen 100 sind im Kühlbehälter 70 angeordnet, dessen äußere Wand aus Übersichtlichkeitsgründen nur teilweise gezeigt ist. Die Kryospeichereinrichtungen 100 sind beispielsweise in einem Regalsystem mit Fächern eingesetzt. Der Zugriff auf Kryospeichereinrichtungen 100 oder auf diesen angeordnete Proben erfolgt durch eine Schleuse 71, die in der Behälterwand vorgese-

hen ist. Im Kryobehälter 70 sind des Weiteren eine Übertragungsantenne 50 und eine Sensoreinrichtung 80 vorgesehen. Die Übertragungsantenne 50 ist drahtlos oder leitungsgebunden mit der Steuer- und Auswertungseinrichtung 60 verbunden, die vorzugsweise in die Wand des Kühlbehälters 70 integriert ist. Die Einrichtung 60 enthält insbesondere einen Anzeigebildschirm (vorzugsweise mit einer Dateneingabemöglichkeit, beispielsweise einem sogenannten Touchscreen-Bildschirm) und eine Signaleinrichtung 62, mit der akustisch oder optisch Betriebszustände des Kryospeichersystems 200 signalisiert werden können. Die Einrichtung 60 umfasst auch eine Schnittstelle 63, über die eine weitere drahtlose Verbindung oder Vernetzung mit einer Zentralsteuerung gebildet wird.

Die Kryokonservierung mit einem System gemäß Figur 3 erfolgt beispielsweise im Dampf flüssigen Stickstoffs. Der flüssige Stickstoff ist als Kühlmedium 90 in den Kühlbehälter 70 eingefüllt. Hierzu ist eine schematisch illustrierte Einfülleinrichtung 73 vorgesehen. Im Behältervolumen oberhalb des Kühlmediums 90 bildet sich eine Temperatur von rd. -120 °C bis -170 °C aus. Alternativ ist auch eine Einbettung aller Kryospeichereinrichtungen 100 in das Kühlmedium 90 möglich.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass das Külsystem 200 eine autarke Einheit darstellt. Der Kühlbehälter 70 ist an sich ohne dauerhaft angebrachte Anschlussleitungen betriebsfähig und beweglich. Der Kühlbehälter 70 kann beispielsweise auf Rädern 72 bewegt werden.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Kryospeichereinrichtung (100), insbesondere für biologische Proben, die einen Probenträger (10) zur Aufnahme mindestens einer Probe (11) und einen Datenspeicher (20) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass Daten mit einem Resonanzkreis (30), der mit dem Datenspeicher (20) verbunden ist, induktiv vom Datenspeicher (20) in einen drahtlosen Übertragungskanal (40) und/oder umgekehrt übertragen werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Daten mit einem Transponder übertragen werden, der den Datenspeicher (20) und den Resonanzkreis (30) umfasst.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem mit dem Resonanzkreis (30) der Datenspeicher (20) und/oder eine Datenverarbeitungseinheit mit Energie versorgt werden.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Resonanzkreis über den Übertragungskanal (40) mit einer Übertragungsantenne (50) verbunden ist, von der die Daten an eine Steuer- und Auswertungseinrichtung (60) übertragen werden.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Datenübertragung erfolgt, während die mindestens eine Probe (11) sich in einem kryokonservierten Zustand befindet.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit dem Resonanzkreis (30) Daten übertragen werden, die Probedaten, mit denen die Probe (11) identifiziert und charakterisiert wird, Verfahrensdaten, die für bisherige Lagerbedingungen der Probe charakteristisch sind, und/oder Steuerdaten umfassen,

mit denen vorbestimmte Betriebszustände der Kryospeichereinrichtung eingestellt oder ausgelöst werden.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem die Probendaten Messwerte enthalten, die an den Proben oder den Kryospeichereinrichtung gewonnen worden sind, und die Steuerdaten mit der Steuer- und Auswertungseinrichtung (60) in Abhängigkeit von den Messwerten eingestellt werden.

8. Kryospeichereinrichtung (100), insbesondere zur Kryosicherung biologischer Proben im gefrorenen Zustand, die mindestens einen Probenträger (10) zur Aufnahme mindestens einer Probe (11) und mindestens einen Datenspeicher (20) umfasst,
gekennzeichnet durch

mindestens einen Resonanzkreis (30), der mit dem Datenspeicher (20) verbunden und dazu eingerichtet ist, Daten induktiv vom Datenspeicher (20) in einen drahtlosen Übertragungskanal (40) und/oder umgekehrt zu übertragen.

9. Kryospeichereinrichtung gemäß Anspruch 8, bei der der Resonanzkreis (30) Teil eines Transponders ist, der den Datenspeicher (20) und den Resonanzkreis (30) umfasst.

10. Kryospeichereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, bei der ein gesonderter Probendatenspeicher vorgesehen ist.

11. Kryospeichereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, die eine Datenverarbeitungseinheit enthält, in die der Datenspeicher (20) integriert ist.

12. Kryospeichereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, bei der eine Übertragungsantenne (50) und eine Steuer- und Auswertungseinrichtung (60) vorgesehen sind, wobei Daten zwischen dem Datenspeicher (20) und der Steuer- und Auswertungseinrich-

tung (60) über den Resonanzkreis (30) und die Übertragungsantenne (50) übertragbar sind.

13. Kryospeichereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 12, bei der der Probenträger (10), der Datenspeicher (20) und der Resonanzkreis (30) in einem thermisch isolierten Behälter (70) zur Aufnahme eines Kühlmediums, insbesondere flüssigen Stickstoffs angeordnet sind.

14. Kryospeichersystem (200), das eine Vielzahl von Kryospeichereinrichtungen gemäß einem der Ansprüche 8 bis 13 enthält.

15. Kryospeichersystem gemäß Anspruch 14, bei dem die Kryospeichereinrichtungen in einem Kryobehälter (70) mit einer Übertragungsantenne (50) und einer Steuer- und Anzeigeeinrichtung angeordnet sind.

16. Verwendung von telemetrischen Transpondern zur Datenübertragung in einer Kryospeichereinrichtung für biologische Proben.

15549 Hz/ge

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer Kryospeichereinrichtung (100), insbesondere für biologische Proben beschrieben, die einen Probenträger (10) zur Aufnahme mindestens einer Probe (11) und einen Datenspeicher (20) umfasst, wobei Daten mit einem Resonanzkreis (30), der mit dem Datenspeicher (20) verbunden ist, induktiv vom Datenspeicher (20) in einen drahtlosen Übertragungskanal (40) und/oder umgekehrt übertragen werden.

Fig. 1

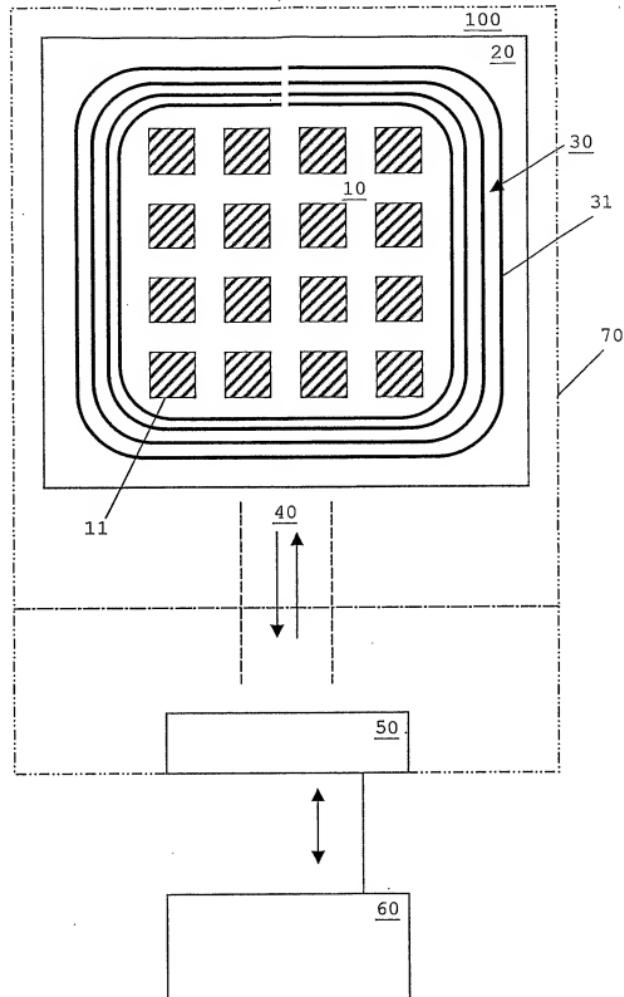


Fig. 1

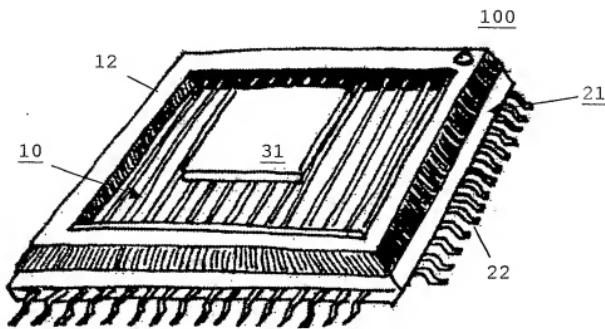


Fig. 2

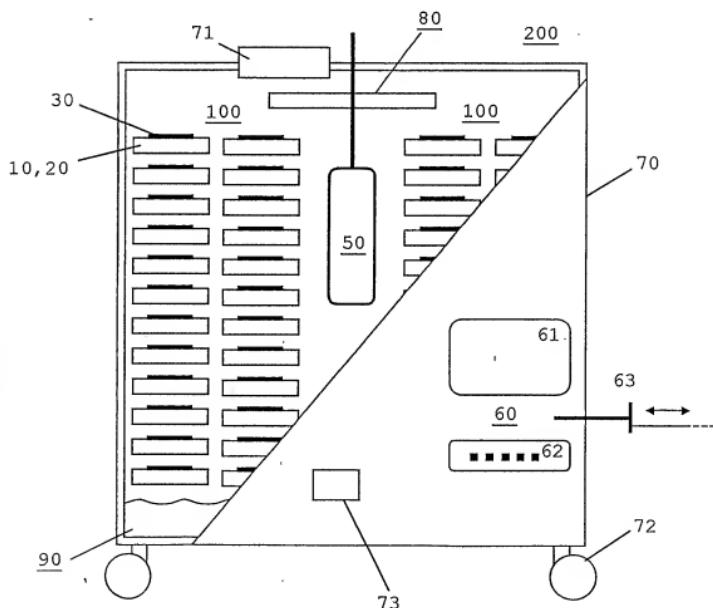


Fig. 3